

3차원 혈관조영술을 이용한 뇌동맥류의 진단 및 치료

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경외과학교실
유승훈 · 홍승철 · 이정일 · 김종수 · 김종현

Diagnosis and Treatment of Intracranial Aneurysms with 3-dimensional Digital Subtraction Angiography

Seung-Hoon You, MD, Seung-Chyul Hong, MD, Jung-Il Lee, MD,
Jong-Soo Kim, MD, Jong Hyun Kim, MD

Department of Neurosurgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objectives : To evaluate the diagnostic accuracy of three-dimensional digital subtraction angiography in the surgical or interventional treatment of intracranial aneurysms. **Material and Methods :** We reviewed the clinical records, radiological findings, and surgical results of seventy-two patients with eight-five aneurysms who had undergone 2-dimensional digital subtraction angiography (2-D DSA) and 3-D DSA as the diagnostic evaluation. 3-D images were compared with 2-D images and surgical or interventional results. The shape of the aneurysms, their necks, and their relationships to the parent vessels and other branches were evaluated. **Results :** The existence of the aneurysms was diagnosed exclusively by 3-D DSA in 13 patients. The site (n=27) and the shape (n=15) of the aneurysms were evaluated more accurately with 3-D DSA than with 2-D DSA images. Depiction of aneurysmal necks and their relationships to the parent vessels was clearer with 3-D DSA images than with 2-D DSA images, especially in cases of the distal internal carotid artery aneurysms. **Conclusion :** With its advantages, such as unlimited projection, similarity to surgical view, and high resolution especially in the cavernous portion of ICA, the 3-D DSA provides more valuable information in the planning the surgical or interventional treatments of cerebral aneurysms. (Kor J Cerebrovascular Disease 4:35-9, 2002)

KEY WORDS : Three-dimensional angiography · Cerebral aneurysm · Diagnosis.

서 론

뇌혈관조영술은 1927년에 Moniz에 의해 도입된 이후 뇌동맥류의 진단에 있어서 필수적인 검사로 인정되고 있다.¹⁰⁾ 최근의 여러 보고에서 자기공명이나 전산화 단층촬영을 이용한 3차원 혈관조영술(magnetic resonance angiography : MRA, computed tomographic angiography : CTA)의 임상적 유용성을 소개하고 있으나 현재까지는 디지털감산혈관조영술(digital subtraction angiogra-

phy : DSA)을 포함한 동맥내 혈관조영술이 뇌동맥류의 진단과 수술을 계획하는데에 표준적인 방법으로 인식되어 있다.¹³⁾ 최근 컴퓨터 기술의 발전은 이러한 디지털감산혈관조영술로부터 3차원으로 재구성된 영상을 얻는 데까지 발전하여 실용화되고 있다. 저자들은 3차원 디지털감산혈관조영술(three-dimensional distal subtraction angiography : 3-D DSA)을 이용하여 진단 및 치료를 시행하였던 뇌동맥류 환자들의 임상기록, 방사선학적 소견 및 수술소견 등을 고식적 2차원 디지털감산혈관조영술(two-dimensional digital subtraction angiography : 2-D DSA)과 비교하였다.

대상 및 방법

2000년 12월부터 2001년 6월까지 72명의 환자들에서

논문접수일 : 2001년 12월 1일
심사완료일 : 2002년 7월 31일
교신저자 : 홍승철, 135-710 서울 강남구 일원동 50
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경외과학교실
전화 : (02) 3410-3493 · 전송 : (02) 3410-0048
E-mail : schong@smc.samsung.co.kr

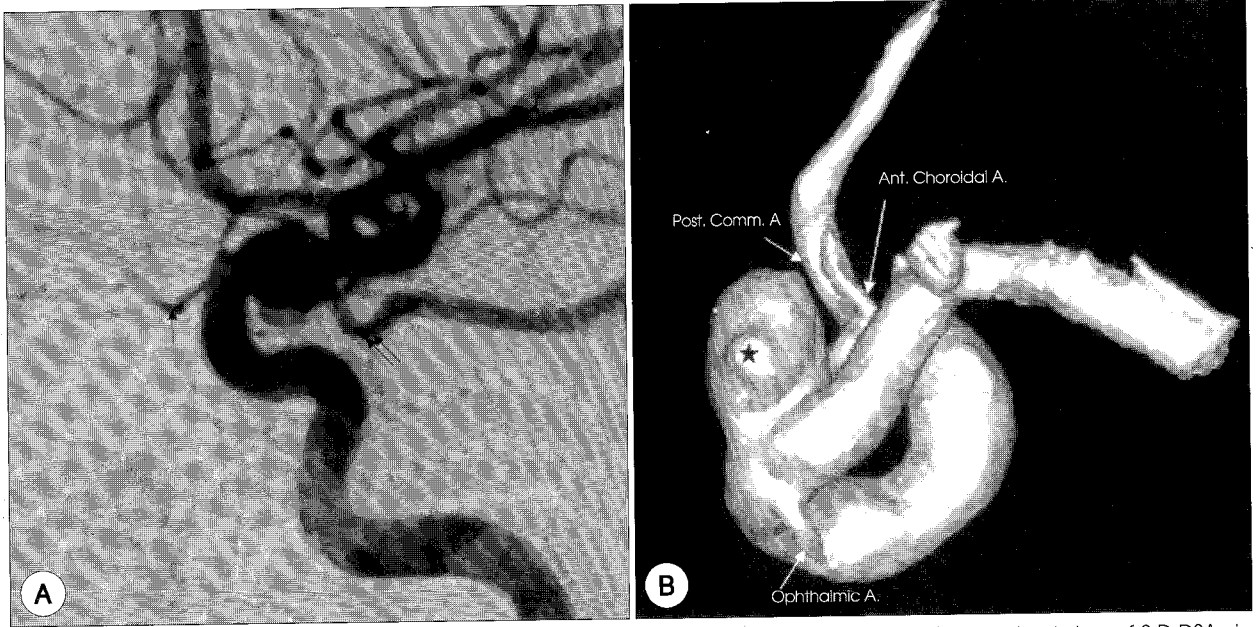


Fig. 1. A 43-year-old man presented with headache. There was no abnormality on CT (not shown). A : Lateral view of 2-D DSA via left ICA injection reveal an aneurysm at distal ICA. It was unable to visualize their topographic relationship because ophthalmic artery (single arrow) and posterior communicating artery (double arrows) course over the aneurysm. B : 3-D DSA shows the accurate topographic relationship of aneurysm and adjacent branching vessels. As well, it demonstrates daughter sac of the aneurysm (asterisk), that is not seen on 2-D DSA.

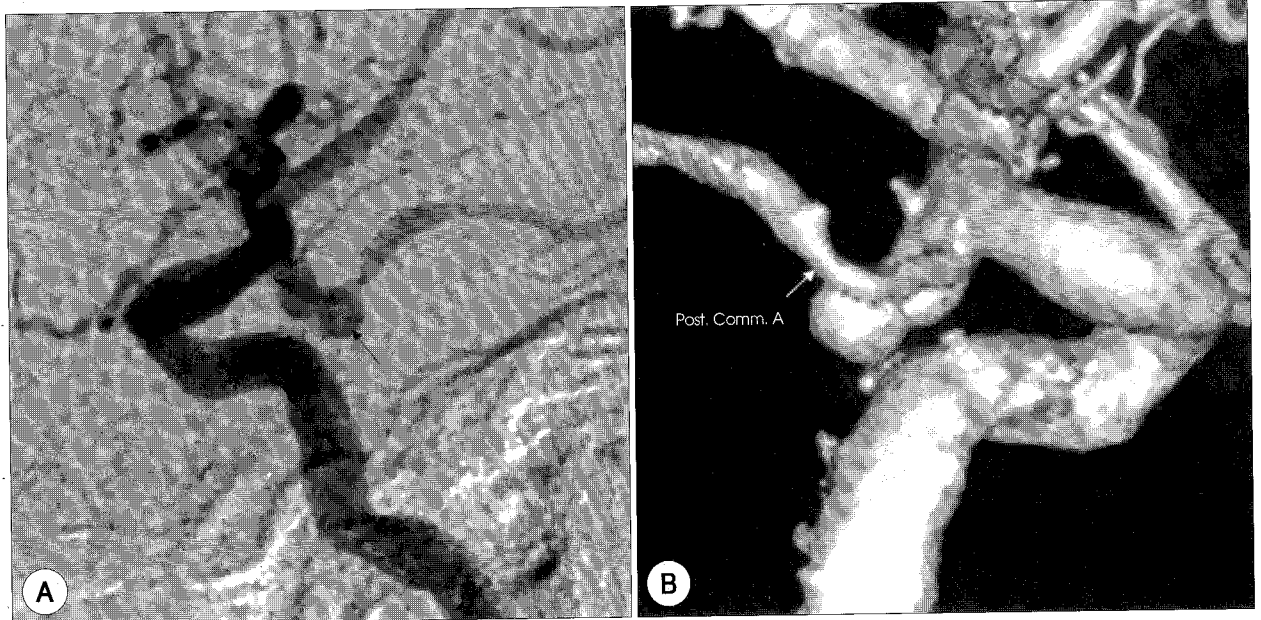


Fig. 2. A 61-year-old woman examined for subarachnoid hemorrhage and left 3rd nerve palsy. A : Lateral view of 2-D DSA shows lobular aneurysm of posterior communicating artery (single arrow). B : 3-D DSA provides additional information about the location and direction of the aneurysmal neck.

2-D DSA를 시행하여 뇌동맥류가 의심되었던 95례의 병변에 대하여 3-D DSA를 시행하고 이들의 임상기록 및 수술기록 그리고 방사선학적 소견을 후향적으로 분석하였다. 환자들의 성별은 여자 49명, 남자 23명이었으며, 연령은 26세부터 80세까지 평균 57.0세였다.

72명 환자들에게 시행하였던 3-D DSA는 Advantage

LCN Plus DSA unit (General Electric, Milwaukee, WI)를 이용하였고 Advantage 4.0 workstation (General Electric)에서 자료(data)를 전송받았다. 회전식 혈관조영술 (Rotational Angiography)은 5.8초 동안 203.6도를 회전하여 1초에 8.8프레임 (frame)을 노출하는 방식이었다. 15 ml에서 25 ml의 조영제를 초당 3 ml에서 5 ml의 속

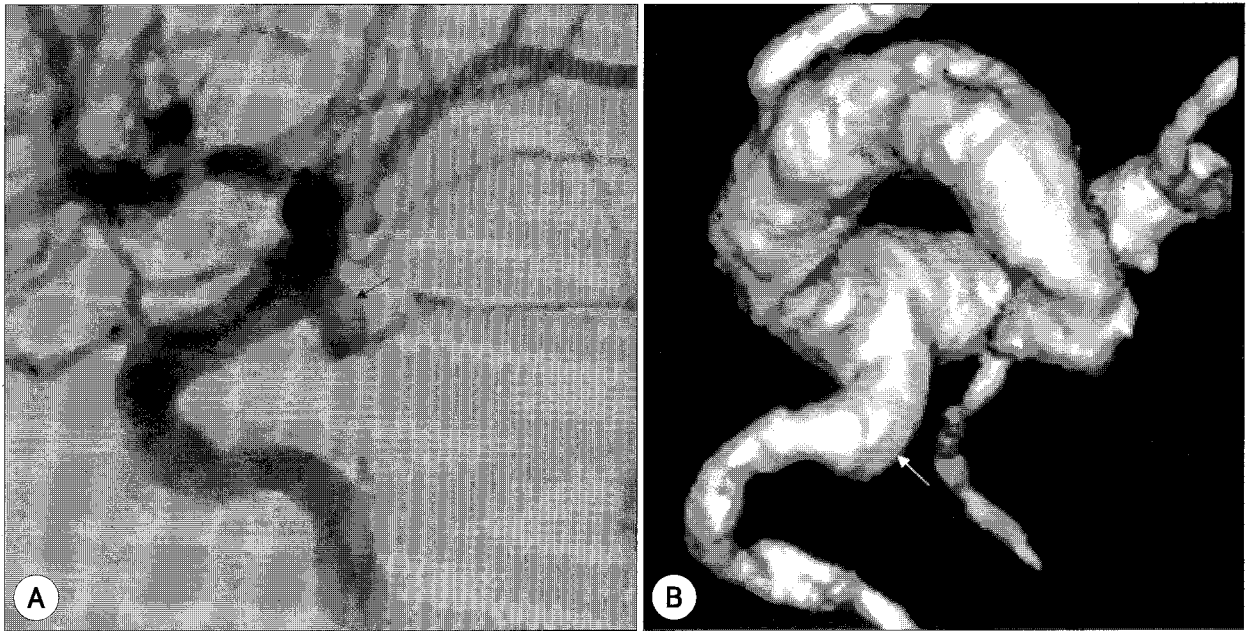


Fig. 3. A 51-year-old man examined for the posterior communicating artery aneurysm as the incidental finding on MRI. A : Aneurysmal sac of the posterior communicating artery (single arrow) is suggested by lateral projection of 2-D DSA. B : 3-D DSA reveals junctional dilatation of the posterior communicating artery (white arrow), not aneurysm.

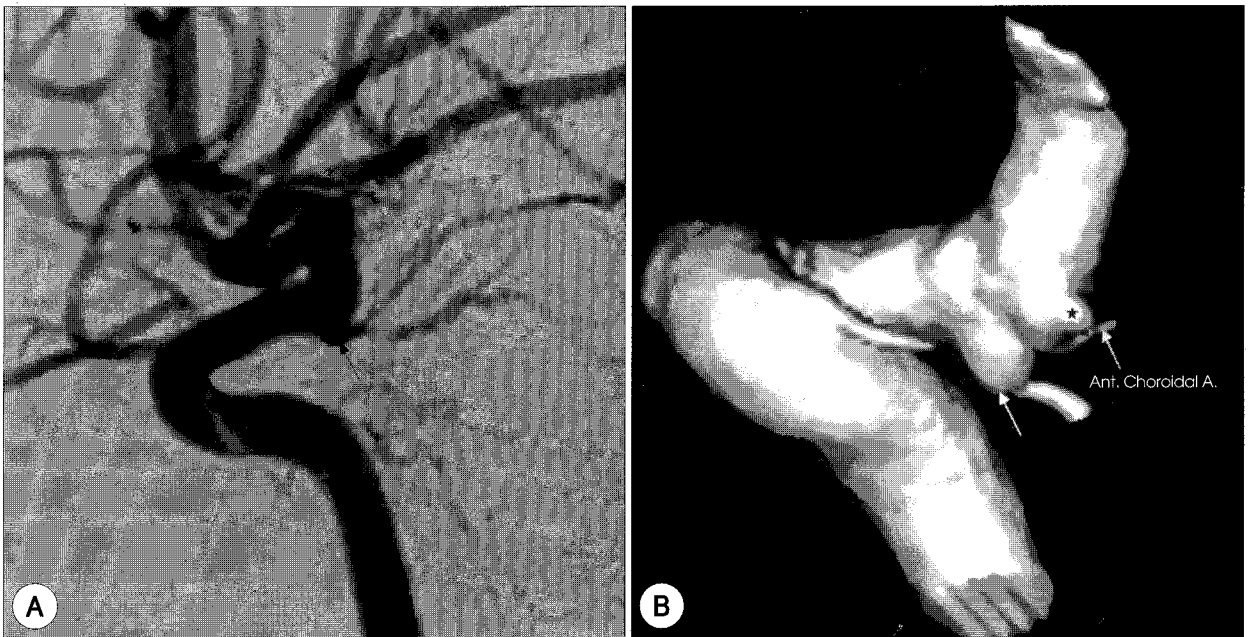


Fig. 4. A 33-year-old woman examined for the subarachnoid hemorrhage. A : 2-D DSA shows a small contrast-filled outpouching at the origin site of posterior communicating artery (single arrow). However, it's difficult to characterize the lesion, small aneurysm or junctional dilatation. B : 3-D DSA depicts clearly small aneurysm of anterior choroidal artery (asterisk) and junctional dilatation of the posterior communicating artery (white arrow).

도로 경부내경동맥에 위치한 도관을 통해 주입한 후 영상을 얻었다. Data는 workstation으로 전송된 후 4분 내에 3차원 디지털감산 영상이 제작되었다.

재구성된 3-D DSA 영상과 2-D DSA 영상(AP, lateral, rotational images)에서 동맥류의 존재유무, 동맥류의 위치와 모양, 동맥류경부의 크기와 모양 그리고 주변혈관

과의 관계 등에 관하여 비교분석하였다.

결 과

72명 중 38명은 지주막하출혈이 있었으며 나머지 34명에서는 동맥류가 파열되지 않은 상태에서 진단되었다. 72

명 중 62명에서는 동맥류가 진단되었으며 이 중 28명에서는 수술적으로 동맥류결찰술을 시행하였고 20명은 혈관내 치료를 하였으며, 나머지 14명중 2명은 혈관내치료를 시도하였으나 실패하였고 12명은 동맥류가 진단되었으나 치료가 필요하지 않다고 판단되어 현재까지 경과관찰 중이다. 2-D DSA에서 동맥류가 의심되었던 10명은 3-D DSA에서 동맥류가 없는 것으로 확인되었고 이 중 지주막하 출혈이 있었던 3명에 대해서는 보존적 치료를 시행하였고 나머지 7명에서는 더 이상의 치료가 필요하지 않았다.

3-D DSA와 2-D DSA의 비교한 결과 대부분의 증례에서 동맥류의 유무확인과 위치결정, 기시부와 주변혈관과의 관계 등이 3-D DSA가 우수한 것으로 판단되었다. 먼저 동맥류의 존재유무와 관련된 비교시에 10례에서는 2-D DSA에서 동맥류가 의심되어 수술을 계획하려 했으나 3-D DSA에서는 동맥류가 없는 것으로 최종 확인되어 불필요한 수술을 피할 수 있었으며 (Figs. 3 and 4), 3례에서는 2-D DSA에서는 동맥류가 의심은 되었으나 매우 불확실한 소견이었지만 3-D DSA에서는 이를 정확하게 진단할 수 있었다 (Fig. 4). 동맥류의 위치와 모양에 관련된 비교에서는 특히 내경동맥 말단부 즉 해면정맥동 인접부위에서 발생한 동맥류 27례에서 2-D DSA에서는 정확한 위치판단이 힘들었으나 3-D DSA에서 우수한 영상으로 동맥류의 진단 및 수술이나 중재적 시술시에 필요한 정보를 정확하게 얻을 수 있었다 (Figs. 1 and 4). 동맥류 경부의 크기와 모양, 그리고 주변혈관과의 관계에 관련된 비교에서는 안동맥 (ophthalmic artery)이나 후교통동맥 (posterior communicating artery) 또는 전락락총동맥 (anterior choroidal artery) 등이 교차하여 2-D DSA 영상에서는 정확한 식별이 곤란한 내경동맥 말단부 등과 같이 혈관의 분포가 복잡한 부위에 위치한 동맥류 15례 (Figs. 1 and 4)에서 3-D DSA에서 실제의 해부학적 관계를 확연하게 영상화시킬 수 있었다.

고 찰

뇌동맥류의 치료로서 수술을 계획하는 경우나 또는 중재적 시술로서 혈관내 치료를 계획하는 경우 모두 뇌혈관조영술 검사는 필수적이다. 뇌동맥류의 유무로부터 크기와 모양, 기시부의 정확한 위치, 방향, 주변혈관과의 관계 등 수술이나 혈관내 치료시에 매우 중요한 정보들을 가장 시각적으로 표현해 주기 때문이다. 전술한 바와 같이 Moniz에 의해 뇌혈관조영술이 도입된 이래로¹⁰⁾ 디지털감산혈

관조영술은 뇌동맥류의 진단에 있어서 표준적인 방법으로 정착되어 왔으나 2차원 평면영상이라는 한계로 인하여 주변혈관들의 주행때문에 중첩되어 보이거나 (Fig. 1A) 촬영 가능한 몇 개의 방향과 동맥류의 방향이 맞지 않을 경우에는 (Fig. 2A) 정확한 판단이 어려웠다. 이러한 문제들과 더불어 비록 낮은 빈도이기는 하나 침습적 검사이기 때문에 발생하는 합병증의 문제를 해결하기 위해¹¹⁾ 비침습적이며 동시에 3차원 재구성이 가능한 방법들에 대한 연구들이 활발히 진행되어 왔다.²⁾³⁾⁸⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ 먼저 전산화단층촬영을 이용한 3차원 혈관조영술의 경우에는 2차원 디지털감산혈관조영술에 비해 주변의 두개골구조와 함께 혈관의 구조를 입체적으로 시각화할 수 있는 장점이 있으나 3mm에서 5mm이하의 작은 동맥류의 경우는 발견하기가 쉽지 않고 주변의 두개골구조로 인하여 artifact가 발생하는 단점이 있다.²⁾¹⁴⁾⁵⁾ 뇌자기공명영상을 이용한 혈관조영술의 경우에는 CTA에 비해서 상대적으로 다양한 기법을 활용하여 연구자에 따라서는 2차원 디지털감산혈관조영술보다 우수하다고 주장하는 경우도 있다.⁴⁾ 특히 동맥류의 경부와 모혈관 (parent vessel) 과의 관계나,⁴⁾ 혈관의 구조가 복잡한 경우에는¹⁾ 더 우수한 해상도를 보이거나 적어도 상보적인 (complementary) 정보를 준다는 보고가 있다. 그러나 대부분의 저자들은 자기공명영상을 이용한 혈관조영술이 특히 작은 크기의 동맥류의 진단시 민감도가 2차원 디지털감산혈관조영술보다 낮다고 보고하고 있으며,¹⁾⁷⁾¹¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ 또한 내경동맥의 혈관협착이 과평가 되는 단점이 있어 고식적 혈관조영술을 대체하는 데에는 회의적인 보고를 하고 있다.⁶⁾ 따라서 최근에 이르기까지 뇌동맥류의 표준적 진단방법으로는 동맥내 혈관조영술이었다.¹³⁾ 그러나 1970년대에 일부 연구자에 의해 회전식 혈관조영술 (rotational angiography)을 적용하기 시작하고⁵⁾ 3차원 재구성이 기술적으로 가능해지면서 동맥내 디지털감산혈관조영술에 의한 3차원 재구성 (intra-arterial three-dimensional digital subtraction angiography)이 개발되었다.¹³⁾

아직까지는 3차원 디지털감산혈관조영술에 대한 임상적 검토가 충분히 이루어지지는 않았지만 Tanoue 등¹³⁾이 보고한 바에 따르면 뇌동맥류의 진단 및 수술이나 중재적 시술시에 필요한 정보를 얻는 데에 다른 방법보다 월등히 우수하였으며 수술시 확인한 소견과도 매우 근접한 소견을 보였다. 저자들의 경우에도 앞서 결과에서도 나타난 바와 같이 고식적 디지털감산혈관조영술에서 확인되지 못한 동맥류의 발견 및 동맥류의 모양 및 주변혈관과의 관계 등

에서 매우 우수한 시각적 정보를 얻을 수 있었다. 3차원으로 재구성하기 때문에 조영방향의 제한이 없어 후면에서의 조영(posterior view)을 포함하여 수술 또는 혈관내 시술시 필요한 가장 최적의 조영방향에서의 영상을 미리 시뮬레이션(simulation)할 수 있었다. 특히 해면정맥동 인접부위의 내경동맥 말단부에 위치한 동맥류의 경우에는 동맥류의 유무에서 경부의 크기와 모양, 접합부확장(junctional dilatation)과의 감별(Figs. 3 and 4), 모혈관 및 주변혈관과의 관계(Figs. 1, 2 and 4) 등 모든 면에서 고식적 2차원 디지털감산혈관조영술보다 탁월한 결과를 보였다. 결과에서도 전술하였듯이 이러한 진단적 우수성은 치료를 계획하는 데 있어서 병변에 대한 보다 정확한 이해를 하게 함으로써 치료유무의 결정으로부터 치료시 병변의 상황에 대한 충분한 예측에 이르기까지 그 효용이 매우 크다고 할 수 있다.

그러나 Tanoue 등¹³⁾의 보고에서도 밝혔듯이 혈관내측 구조의 영상이기 때문에 혈전 등의 혈관내 조영이 되지 않는 구조물들에 의해 일부에서는 실제 수술시의 상황과 정확히 일치하지 않는 경우가 있어 수술을 고려할 경우에는 이를 유의하여야 한다. 또한 전체 검사시간은 기존의 2차원 디지털감산혈관조영술보다 적게 소요되지만, 한 번의 회전촬영을 통해 영상을 얻을 때에 소요되는 시간이 20초가량으로 환자의 협조가 적절하지 못할 경우 감산허상(subtraction artifact)이 발생할 수 있는 가능성이 좀 더 많은 단점이 있어 이 역시 충분히 고려되어야 할 것이다.

아직까지는 많이 보급되지 않은 상태이며 국내에도 극소수 병원에 보급되어 있는 실정이지만 본 연구자들의 경험에 의하면 뇌동맥류의 진단적 검사로서 3-D DSA는 매우 유용한 검사방법으로 생각된다.

결론

뇌동맥류의 진단에 있어서 3차원 디지털감산혈관조영술은 기존의 고식적 혈관조영술보다 병변의 유무 및 수술이나 중재적 시술시에 필요한 여러 중요한 정보들을 제공하는 데 매우 유용하다. 그러나 혈관내측의 구조에 대한 영상이기 때문에 수술을 고려할 경우에는 이를 유의하여야 하며 추후 이에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

중심 단어 : 3차원 혈관조영술 · 뇌동맥류 · 진단.

REFERENCES

- 1) Adams WM, Laitt RD, Jackson A: *The role of MR angiography in the pretreatment assessment of intracranial aneurysms: A comparative study.* AJNR 21:1618-28, 2000
- 2) Anderson GB, Steinke DE, Petruk KC, Ashforth R, Findlay JM: *Computerized tomographic angiography versus digital subtraction angiography for the diagnosis and early treatment of ruptured intracranial aneurysms.* Neurosurgery 45:1315-20, 1999
- 3) Bullitt E, Liu A, Aylward SR, Coffey C, Stone J, Mukherji SK, et al: *Registration of 3D cerebral vessels with 2D digital angiograms: clinical evaluation.* Acad Radiol 6:539-46, 1999
- 4) Chung TS, Joo JY, Lee SK, Chien D, Laub G: *Evaluation of cerebral aneurysms with high-resolution MR angiography using a section-interpolation technique: correlation with digital subtraction angiography.* AJNR 20:229-35, 1999
- 5) Cornelis G, Bellet A, van Eygen B, Roison P, Libon E: *Rotational multiple sequence roentgenography of intracranial aneurysms.* Acta Radiol Diagn (Stockh) 13:74-6, 1972
- 6) Elgersma OE, Wust AF, Buijs PC, van Der Graaf Y, Eikelboom BC, Mali WP: *Multidirectional depiction of internal carotid arterial stenosis: three-dimensional time-of-flight MR angiography versus rotational and conventional digital subtraction angiography.* Radiology 216:511-6, 2000
- 7) Gouliamos A, Gotsis E, Vlahos L, Samara C, Kapsalaki E, Rologis D, et al: *Magnetic resonance angiography compared to intra-arterial digital subtraction angiography in patients with subarachnoid haemorrhage.* Neuroradiology 35:46-9, 1992
- 8) Hashimoto H, Lida J, Hironaka Y, Okada M, Sakaki T: *Use of spiral computerized tomography angiography in patients with subarachnoid hemorrhage in whom subtraction angiography did not reveal cerebral aneurysms.* J Neurosurg 92:278-83, 2000
- 9) Hashimoto H, Lida J, Hironaka Y, Shin Y, Sakaki T: *Wall imaging of cerebral aneurysms with a modified surface-rendering technique of spiral CT.* Acta Neurochi (Wien) 142:1003-12, 2000
- 10) Hopkins LN, Lanzino G, Guterman LR: *Treating complex nervous system vascular disorders through a "needle stick": origin, evolution, and future of neuroendovascular therapy.* Neurosurgery 48:463-75, 2001
- 11) Johnson MR, Good CD, Penny WD, Barnes PR, Scadding JW: *Playing the odds in clinical decision making: Lessons from berry aneurysms undetected by magnetic resonance angiography.* BMJ 322:1347-9, 2001
- 12) Kurokawa Y, Yonemasu Y, Kano H, Sasaki T, Inaba K: *The usefulness of 3D-CT angiography for the diagnosis of spontaneous vertebral artery dissection-report of two cases.* Comput Med Imaging Graph 24:115-9, 2000
- 13) Tanoue S, Kiyosue H, Kenai H, Nakamura T, Yamashita M, Mori H: *Three-dimensional reconstructed images after rotational angiography in the evaluation of intracranial aneurysms: surgical correlation.* Neurosurgery 47:866-71, 2000
- 14) White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V: *Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort.* Radiology 219:739-49, 2001
- 15) White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V: *What is the most sensitive non-invasive imaging strategy for the diagnosis of intracranial aneurysms? J Neurol Neurosurg Psychiatry 71:322-8, 2001*